

KAJIAN POTENSI SUMBER DAYA AIR UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI PEKON SUMBER AGUNG KECAMATAN SUOH KABUPATEN LAMPUNG BARAT

Dar Ely Fauziah¹⁾

Abstract

To meet the demand for electricity in rural areas far from the power grid, the local energy potential can be harnessed to generate electricity. Local energy source potential of which is hydropower which can be used for micro- hydro power plants (MHP). Technology of micro hydro power plant is the most mature technology to be developed in rural areas beyond the reach of the electricity grid. Source of electrical energy with micro hydro including clean and environmentally friendly. Diversity micro hydro technology enables integrated with the existing network and can be distributed to remote areas and can be used commercially on a small scale in order to encourage development activities that can improve the lives of rural communities.

From the analysis of regionalization method can be used to estimate the discharge Way Semaka and Batang Ireng, because of data limitations hydrology and hydraulics in both basins. This is evidenced by the amount of discharge is calculated by the method of regionalization is not much different from the magnitude of the discharge measured in the field. Rational discharge calculation method can not be used because the resulting value is too large discharge, and far different from the discharge measured in the field. Similarly, the calculation of the discharge hydrograph method Measured Unit (HST), where phi index gained greater than the intensity of the rain, so this method can not be used. Discharge calculation method that can be used is the method of FDC (Flow Duration Curve), because the discharge calculation results using this method the measured value is approaching discharge in the field. Q80 % with FDC method (Flow Duration Curve) to Way Semaka River at 15.34 (m³/sec), while the measured discharge 21.75(m³/sec). For Batang River Ireng magnitude Q80 % with FDC method (Flow Duration Curve) of 0.069 (m³/sec), and the discharge measured at 0.063 (m³/sec). From the calculation of the electric power in Batang Ireng, obtained power with an efficiency of 60 % amounting to 3.246 kW, while the electric power with an efficiency of 80 % amounting to 4.328 kW. Therefore Batang Ireng River potential to be micro hydro power plants (MHP).

Keywords: Watershed, regionalization, FDC, MHP

Abstrak

Untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah perdesaan yang jauh dari jaringan listrik, dapat dimanfaatkan potensi energi setempat untuk membangkitkan listrik. Sumber energi setempat yang sangat potensial di antaranya adalah tenaga air yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Teknologi pembangkit listrik tenaga mikro hidro merupakan teknologi yang paling matang untuk dikembangkan di daerah perdesaan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik. Sumber energi listrik dengan mikro hidro tergolong bersih dan ramah lingkungan. Keanekaragaman teknologi pembangkit listrik mikro hidro memungkinkan diintegrasikan dengan jaringan yang ada dan dapat didistribusikan ke daerah terpencil serta dapat dimanfaatkan secara komersial dalam skala kecil untuk dapat mendorong terciptanya aktivitas pembangunan yang dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat di perdesaan.

Dari hasil analisis metode regionalisasi dapat dipakai untuk memperkirakan debit Way Semaka dan Batang Ireng, karena keterbatasan data hidrologi dan hidrolika pada kedua DAS tersebut. Hal ini dibuktikan dengan besarnya debit yang dihitung dengan metode regionalisasi tidak jauh

¹⁾ Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung.

berbeda dengan besarnya debit terukur di lapangan. Perhitungan debit dengan metode Rasional tidak dapat dipakai karena nilainya debit yang dihasilkan terlalu besar, dan jauh berbeda dengan debit terukur di lapangan. Demikian juga perhitungan debit dengan metode Hidrograf Satuan Terukur (HST), dimana ϕ indeks yang didapat lebih besar dibandingkan dengan intensitas hujan, sehingga metode ini tidak dapat dipakai. Metode perhitungan debit yang dapat dipakai adalah Metode FDC (*Flow Duration Curve*), karena hasil perhitungan debit dengan menggunakan metode ini nilainya mendekati debit terukur di lapangan. $Q_{80\%}$ dengan Metode FDC (*Flow Duration Curve*) untuk Sungai Way Semaka sebesar 15,34 (m^3/detik), sedangkan debit terukur sebesar 21,75 (m^3/detik). Untuk Sungai Batang Ireng besarnya $Q_{80\%}$ dengan Metode FDC (*Flow Duration Curve*) sebesar 0,069 (m^3/detik), dan debit terukur sebesar 0,063 (m^3/detik). Dari hasil perhitungan daya listrik pada Sungai Batang Ireng, didapatkan daya listrik dengan efisiensi 60% sebesar 3,246 kW, sedangkan daya listrik dengan efisiensi 80% sebesar 4,328 kW. Oleh karena itu Sungai Batang Ireng berpotensi untuk dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Kata kunci: DAS, regionalisasi, FDC, PLTM

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah-daerah perdesaan yang jauh dari jaringan listrik dapat memanfaatkan potensi energi setempat untuk membangkitkan listrik. Sumber energi setempat yang sangat potensial, yaitu di antaranya adalah tenaga air yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Teknologi pembangkit listrik tenaga mikro hidro merupakan teknologi yang paling matang untuk dikembangkan di daerah perdesaan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik. Sumber energi listrik dengan mikro hidro termasuk bersih dan ramah lingkungan. Keanekaragaman teknologi pembangkit listrik mikro hidro memungkinkan diintegrasikan dengan jaringan yang ada dan dapat didistribusikan ke daerah terpencil serta dapat dimanfaatkan secara komersial dalam skala kecil untuk dapat mendorong terciptanya aktivitas pembangunan yang dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat di perdesaan.

Kabupaten Lampung Barat memiliki potensi sumber daya air yang cukup untuk menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan energi listrik. Kecamatan Suoh merupakan lokasi yang sulit dijangkau karena kondisi jalan yang buruk sehingga hanya dapat dilalui oleh motor trail maupun oleh kendaraan roda empat (4 wheel drive). Kondisi ini diperburuk karena pada saat ini sebagian wilayah Kecamatan Suoh tidak menikmati fasilitas listrik. Hal ini mengganggu kegiatan maupun produktivitas penduduk. Masyarakat tidak dapat menyalurkan hasil bumi dengan baik. Begitu juga bagi para siswa sekolah tidak dapat belajar dengan maksimal di malam hari.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bahwa Kabupaten Lampung Barat mempunyai banyak potensi tenaga air, dengan demikian bagaimana upaya yang digunakan untuk memanfaatkan sumber daya air yang melimpah di kabupaten Lampung Barat khususnya Kecamatan Suoh, untuk mengatasi krisis energi listrik di daerah tersebut?

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengkaji potensi sumber daya air sebagai pembangkit listrik tenaga air, dengan meninjau ketersediaan air di Sungai Batang Ireng Pekon Sumber Agung Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Menyelidiki keakuratan metode regionalisasi dalam perhitungan debit Sungai Batang Ireng anak Sungai Way Semaka.

Menghitung debit andalan dengan menggunakan metode Rasional, Hidrograf Satuan Terukur, dan FDC (*Flow Duration Curve*).

Menghitung daya listrik yang dapat dibangkitkan dari aliran Sungai Batang Ireng, anak Sungai Way Semaka dengan efisiensi 80%.

Batasan masalah dari penelitian ini meliputi: Pengukuran debit yang terdiri dari pengukuran potongan melintang dan pengukuran kecepatan aliran sungai. Analisis aliran rendah (*low flow*) untuk mendapatkan debit andalan. Analisis debit banjir untuk mengoptimalkan desain bendung.

Manfaat dari penelitian ini adalah: Mengetahui karakteristik *inflow* jangka panjang serta menetapkan ketersediaan air yang dapat digunakan untuk keperluan PLTMH. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi dalam pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang ada pada Sungai batang Ireng di Pekon Sumber Agung Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat.

2.1. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi bertujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan hujan yang berpengaruh pada besarnya debit Sungai Sekarang. Data hujan harian selanjutnya akan diolah menjadi data curah hujan rencana yang kemudian akan diolah menjadi debit banjir rencana. Data hujan harian didapatkan dari beberapa stasiun di sekitar lokasi rencana bendungan, di mana stasiun tersebut masuk dalam daerah pengaliran sungai. Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

- Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- Menentukan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun penakar hujan sungai.
- Menentukan curah hujan maksimum tiap tahunnya dari data curah hujan yang ada.
- Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
- Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana diatas pada periode ulang T tahun.

2.2. Perhitungan Debit Rancangan

Besarnya debit rancangan dapat dihitung dengan tiga metode yaitu metode Rasional, metode Hidrograf Satuan Terukur (HST), dan metode FDC (*Flow Duration anlisys*).

2.3. Metode Rasional

Menurut Wanielista (1990), metode Rasional adalah salah satu dari metode tertua dan awalnya digunakan hanya untuk memperkirakan debit puncak (*peak discharge*). Ide yang melatarbelakangi metode Rasional adalah jika curah hujan dengan intensitas I terjadi secara terus menerus, maka laju limpasan langsung akan bertambah sampai mencapai waktu konsentrasi (T_c). Waktu konsentrasi (T_c) tercapai ketika seluruh bagian DAS telah memberikan kontribusi aliran di outlet. Laju masukan pada sistem (IA) adalah hasil dari curah hujan dengan intensitas I pada DAS dengan luas A. Nilai perbandingan antara laju masukan dengan laju debit puncak (Q_p) yang terjadi pada saat T_c dinyatakan sebagai *run off coefficient* (C) dengan ($0 \leq C \leq 1$) (Chow dkk, 1988). Hal di atas diekspresikan dalam formula Rasional sebagai berikut ini (Chow dkk, 1988):

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \quad [1]$$

dimana:

- Q = debit puncak ($m^3/detik$)
- C = koefisien run off, tergantung pada karakteristik DAS (tak berdimensi)

- I = intensitas curah hujan, untuk durasi hujan (D) sama dengan waktu konsentrasi (T_c) (mm/jam)
A = luas DAS (km^2)

Konstanta 3,6 adalah faktor konversi debit puncak ke satuan m^3/detik (Seyhan, 1990).

Beberapa asumsi dasar untuk menggunakan Formula Rasional adalah sebagai berikut (Wanielista, 1990):

- Curah hujan terjadi dengan intensitas yang tetap dalam satu jangka waktu tertentu, setidaknya sama dengan waktu konsentrasi.
- Limpasan langsung mencapai maksimum ketika durasi hujan dengan intensitas yang tetap, sama dengan waktu konsentrasi.
- Koefisien run off dianggap tetap selama durasi hujan.
- Luas DAS tidak berubah selama durasi hujan

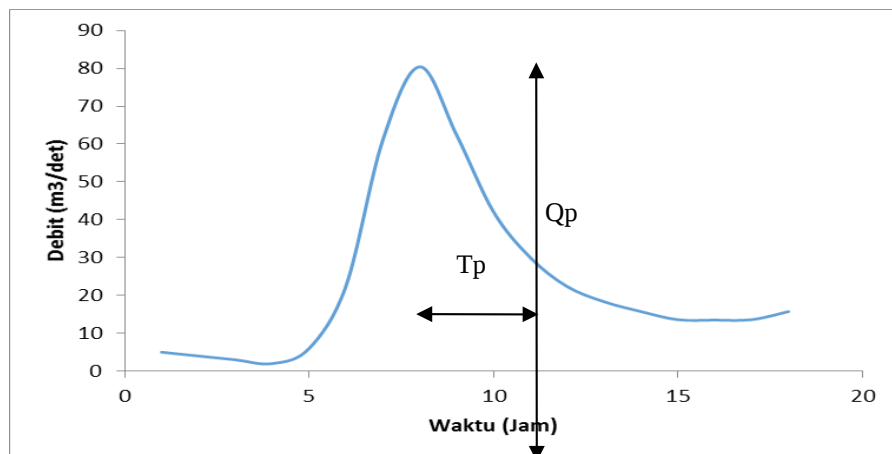
2.4. Metode Hidrograf Satuan Terukur (HST)

Hidrograf didefinisikan secara umum sebagai variabilitas salah satu unsur aliran sebagai fungsi waktu di satu titik kontrol tertentu atau penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu (Harto, 2000). Sedangkan menurut Sosrodarsono (1976) hidrograf merupakan diagram yang menggambarkan variasi debit atau permukaan air menurut waktu. Kurva itu memberikan gambaran mengenai berbagai kondisi yang ada di daerah itu secara bersama-sama. Jadi kalau karakteristik daerah aliran itu berubah, maka bentuk hidrograf pun berubah.

Beberapa macam hidrograf yaitu:

- Hidrograf muka air (*stage hydrograph*), yaitu hubungan antara perubahan tinggi muka air dengan waktu. Hidrograf ini merupakan hasil rekaman AWLR (*Automatic Water Level Recorder*).
- Hidrograf debit (*discharge hydrograph*), yaitu hubungan antara debit dengan waktu. Dalam pengertian sehari-hari, bila tidak disebutkan lain, hidrograf debit ini sering disebut sebagai hidrograf. Hidrograf ini dapat diperoleh dari hidrograf muka air dan liku kalibrasi.
- Hidrograf sedimen (*sediment hydrograph*), yaitu hubungan antara kandungan sedimen dengan waktu.

Pada dasarnya hidrograf terdiri dari tiga bagian pokok, yaitu sisi naik (*rising limb/segment*), puncak (*crest*), dan sisi resesi/turun (*recession limb/segment*), hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk Hidrograf

Keterangan:

Q_p = Debit Puncak

T_p = Waktu untuk mencapai puncak hidrograf

Bentuk hidrograf dapat ditandai dengan tiga sifat pokoknya, yaitu waktu naik (*time of rise*), debit puncak (*peak discharge*) dan waktu dasar (*base time*). Waktu naik (TR) adalah waktu yang diukur dari saat hidrograf mulai naik sampai waktu terjadinya debit puncak. Debit puncak adalah debit maksimum yang terjadi pada kasus tertentu. Waktu dasar adalah waktu yang diukur dari saat hidrograf mulai naik sampai waktu dimana debit kembali pada suatu besaran yang ditetapkan. Besaran-besaran tersebut dapat digunakan sebagai petunjuk tentang kepekaan sistem DAS terhadap pengaruh masukan hujan. Dengan menelaah sifat-sifat hidrograf yang diperoleh dari pengukuran dalam batas tertentu dapat diperoleh gambaran tentang keadaan DAS, apakah DAS yang bersangkutan mempunyai kepekaan yang tinggi atau rendah. Makin kritis sifat DAS berarti makin jelek kondisi DAS-nya dan demikian pula sebaliknya.

2.5. Metode FDC (*Flow Duration Curve*)

Data rata-rata debit sungai harian dapat diringkas dalam bentuk flow duration curve (FDC) yang menghubungkan aliran dengan persentase dari waktu yang dilampaui dalam pengukuran. FDC diplotkan dengan menggunakan data aliran atau debit pada skala logaritmik sebagai sumbu y dan persentase waktu debit terlampaui pada skala peluang sebagai sumbu x (Wellyanto, 2009). Ini juga menjelaskan bahwa bentuk grafik dari FDC adalah logaritmik yang memenuhi persamaan berikut:

$$y = \ln((a/x) - 1)/b \quad [2]$$

dimana:

y = log normalised streamflow

x = peluang terlampaui

a = Intersep aliran

b = Sebuah konstanta yang mengendalikan kemiringan kurva FDC

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini akan dilakukan di Sungai Batang Ireng anak Sungai Way Semaka Pekon Sumber Agung Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.

3.2. Pengumpulan Data

Setiap perencanaan akan membutuhkan data-data pendukung, baik data primer maupun sekunder.

1. Data Primer

Data primer yang dipakai pada penelitian ini adalah:

- a. Data hujan *real time* di Pekon Tugu Ratu Kecamatan Suoh dari tanggal 12 September 2012 jam 18:27:18 sampai tanggal 24 Desember 2012 jam 07:13:15.
- b. Data Kecepatan Aliran air di Sungai Way Semaka pada tanggal 10 Juni 2012, 29 September 2012, 27 Oktober 2012, 16 November 2012, dan Way Semung pada tanggal 09 Juni 2012, 29 September 2012, 27 Oktober 2012, 16 November 2012

- c. Data luas penampang di Sungai Way Semaka pada koordinat $5^{\circ} 20' 53,0''$ LS dan $104^{\circ} 21' 15,5''$ BT dan luas penampang di sungai way Semung $5^{\circ} 20' 47,8''$ LS dan $104^{\circ} 26' 18,3''$ BT.
 - d. Data kecepatan aliran dan luas penampang di Sungai Batang Ireng pada Pekon Sumber Agung Kecamatan Suoh.
2. Data Sekunder
- Data sekunder antara lain adalah:
- a. Peta sungai yang bersal dari hasil digitasi dari google earth, peta tata guna lahan merupakan peta RTRW tahun 2010 yang berasal dari BAPEDA Lampung.
 - b. Dokumen RTRW kabupaten Tangamusi tahun 2011.
 - c. Data debit jam-jam pada outlet Bendungan Way Besai yang terletak pada koordinat $04^{\circ} 54' 59,5''$ LS dan $104^{\circ} 30' 48,9''$ BT selama 9 tahun dari tahun 2004 – 2012.
 - d. Data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan pada DAS Way Besai yakni dari Stasiun Kebon Tebu, Stasiun Air Hitam, dan Stasiun Bungin selama 11 tahun dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2000.
 - e. Data luasan DAS berasal dari Sistem Informasi Geografis dimana luas DAS Way Semangka $610,570 \text{ km}^2$, luas DAS Way Besai $417,283 \text{ km}^2$, luas Batang Ireng (sub DAS Way Semangka) adalah $2,771 \text{ km}^2$.

3.3. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

- A. Patok
- B. Tali
- C. Meteran
- D. Current meter
- E. Alat ukur hujan tipe *tipping bucket*

3.4. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam kegiatan penelitian Kajian Potensi Air untuk PLTMH Sumber Agung di Sungai Batang Ireng, Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat dilakukan dengan membagi kegiatan ke dalam tahapan- tahapan kegiatan, diantaranya:

1. Pengumpulan Data
2. Data Primer digunakan untuk menghitung debit rancangan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Terukur, sedangkan data sekunder digunakan untuk menghitung debit rancangan dengan menggunakan metode Rasional dan menghitung FDC (*Flow Duration Curve*).
3. Analisis Hidrologi
4. Perhitungan Debit Terukur
5. Perhitungan Debit dengan Hidrograf Satuan Terukur (HST)
6. Perhitungan Debit dengan *Flow Duration Curve* (FDC)
7. Perhitungan Debit dengan Metode Rasional

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dipakai untuk menghitung Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana diatas pada periode ulang T tahun. Perhitungan intensitas curah hujan pada penelitian ini menggunakan pola distribusi hujan harian terhadap 90% hujan di Bandar Lampung yang terjadi dalam waktu 4 jam dengan pola distribusi 40% di jam pertama, 40% di jam kedua, 15% di jam ketiga dan 5% di jam

keempat. Nilai ini berdasarkan hasil penelitian Fieni Yuniarti yang diperoleh dengan cara mereratakan pola distribusi hujan sehingga mendapatkan pola distribusi rerata yang dianggap mewakili kondisi hujan dan dipakai sebagai pola untuk mendistribusikan hujan rancangan menjadi besaran hujan jam-jaman. Pola distribusi hujan ini dianggap mewakili kondisi hujan di DAS Way Besai karena belum adanya penelitian pola distribusi hujan pada DAS tersebut. Perhitungan intensitas hujan disajikan pada Tabel 1.

Contoh perhitungan:

Menentukan intensitas hujan jam ke-1 pada kala ulang 2 tahun.

$$\begin{aligned} I_{\text{jam ke-1}} &= 90\% \cdot R_T \cdot (\text{distribusi hujan jam ke-1}) \\ &= 90\% \cdot 53 \cdot (40\%) \\ &= 19,08 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Tabel 1. Perhitungan Intensitas Hujan Tiap periode Ulang DAS Way Besai.

T	R_T	90%. R_T	Intensitas Hujan			
			Jam ke-1 (40 %)	Jam ke-2 (40 %)	jam ke-3 (15%)	jam ke-4 (5%)
2	53,00	47,70	19,08	19,08	7,16	2,39
5	69,58	62,62	25,05	25,05	9,39	3,13
10	80,18	72,16	28,86	28,86	10,82	3,61
25	93,25	83,92	33,57	33,57	12,59	4,20
50	102,79	92,51	37,00	37,00	13,88	4,63
100	112,16	100,95	40,38	40,38	15,14	5,05
200	121,53	109,38	43,75	43,75	16,41	5,47

4.2. Perhitungan Debit Rancangan dengan Metode Rasional

Perhitungan debit puncak dilakukan dengan menggunakan rumus rasional, yang menggunakan masukan variabel berupa koefisien aliran permukaan, intensitas hujan dan luas DAS. Debit puncak dihitung dengan persamaan rasional:

$$Q = 0,278 C I A$$

dimana:

Q = debit rancangan (m^3/detik)

C = koefisien aliran

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas DAS (km^2)

contoh perhitungan:

Menghitung debit puncak dengan kala ulang 2 tahun:

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 C I A \\ &= 0,278 \times 0,253 \times 19,08 \times 417,20 \\ &= 559.31 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Tabel 2. Debit Puncak Way Besai untuk Setiap Kala Ulang

T	C	I	A	Q
2	0,253	19,08	417,28	559,31
5	0,253	25,05	417,28	734,21
10	0,253	28,86	417,28	846,10
25	0,253	33,57	417,28	983,99
50	0,253	37,00	417,28	1084,64
100	0,253	40,38	417,28	1183,60
200	0,253	43,75	417,28	1282,43

Dari hasil perhitungan intensitas hujan wilayah DAS Way Besai dapat dihitung debit kala ulang untuk DAS Way Semaka.

Tabel 3. Debit Puncak Way Semaka untuk Setiap Kala Ulang

T	C	I	A	Q
2	0,282	19,08	610,57	913,84
5	0,282	25,05	610,57	1199,60
10	0,282	28,86	610,57	1382,42
25	0,282	33,57	610,57	1607,72
50	0,282	37,00	610,57	1772,17
100	0,282	40,38	610,57	1933,86
200	0,282	43,75	610,57	2095,33

Dari hasil perhitungan diatas didapat nilai debit yang cukup besar, hal ini disebabkan karena rumus rasional umumnya digunakan untuk DAS yang kecil. Menurut Bambang Triatmodjo, suatu DAS dikatakan kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu, dan biasanya durasi hujan melebihi waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk mengalir dari titik terjauh di dalam daerah tangkapan sampai titik yang ditinjau. Air hujan yang jatuh diseluruh daerah tangkapan akan terkonsentrasi (mengalir menuju) suatu titik kontrol. Karena nilai debit cukup besar sehingga hasil perhitungan ini tidak bisa dipakai sebagai perbandingan dengan debit terukur di lapangan.

4.3. Perhitungan Debit Rancangan dengan Metode Hidrograf Satuan Terukur.

Menurut Bambang Triatmodjo hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran. Hidrograf satuan diartikan sebagai hidrograf limpasan langsung (*direct runoff hydrograph*) yang dihasilkan oleh hujan efektif yang terjadi merata di seluruh DAS dengan intensitas tetap dalam satu satuan waktu tertentu (Harto,2000). Metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik kontrol.

Hidrograf satuan terukur dibuat berdasarkan data debit terukur yang diambil pada sungai Way Besai. Data curah hujan yang digunakan untuk analisis perhitungan diperoleh dari alat penakar hujan otomatis (*rain gauge*) yang diletakkan pada DAS Way Semaka dengan koordinat 5° 18' 18.7" LS – 104° 18' 36.0" BT. Berdasarkan data hujan yang tercatat dapat diketahui hujan efektif terjadi pada tanggal 29 September 2012, 30 September 2012, 27 Oktober 2012, 30 Oktober 2012, 16 November 2012 dan 27 November 2012 yang digunakan untuk menghitung Hidrograf satuan terukur.

4.3.1. Menghitung Hidrograf Limpasan Langsung

Tabel 4. Perhitungan Hidrograf Limpasan Langsung.

No.	Tanggal	Waktu	Waktu (menit)	Debit Banjir (m ³ /det)	Base Flow (m ³ /det)	HLL (m ³ /det)
1	9/29/2012	17:00:00	0	8	8	0
2	9/29/2012	18:00:00	60	12	8	4
3	9/29/2012	19:00:00	120	20	8	12
4	9/29/2012	20:00:00	180	28	8	20
5	9/29/2012	21:00:00	240	20	8	12
6	9/29/2012	22:00:00	300	10	8	2
7	9/29/2012	23:00:00	360	8	8	0

4.3.2. Menghitung Tinggi Limpasan

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Limpasan} &= \text{Volume HLL} \times \text{Waktu} \\
 &= \sum q \times \Delta t \\
 &= 180000 \text{ m}^3 \\
 &= 0,18 \text{ km}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi Limpasan} &= \text{Volume Limpasan} / \text{Luas DAS} \\
 &= V/A \\
 &= (0,18/417,28) \times 1000 \\
 &= 0,431 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4.3.3. Menghitung Phi Indeks (Φ) dan Hujan Efektif

$$P_{\text{net}} = \text{tinggi limpasan} = 0,431 \text{ mm}$$

Data hujan yang tercatat:

- a. Hujan 60 menit pertama = 0,4 mm
- b. Hujan 60 menit kedua = 39,2 mm
- c. Hujan 60 menit ketiga = 0,2 mm

$$\text{Total hujan yang terjadi} = 39,8 \text{ mm}$$

$$\Phi \text{ indeks} (\phi) = (P_n - \text{tinggi limpasan})/n$$

Trial pertama $0 \leq \phi \leq 0,2 \text{ mm}$

$$\Phi = \frac{(0,4 + 39,2 + 0,2) - 0,431}{3} = 13,12 \text{ mm} \quad \dots \text{Tidak Oke}$$

Trial Kedua $0,2 \leq \phi \leq 0,4 \text{ mm}$

$$\Phi = \frac{(0,4 + 39,2) - 0,431}{2} = 19,58 \text{ mm} \quad \dots \text{Tidak Oke}$$

Trial ketiga $0,4 \leq \phi \leq 39,2 \text{ mm}$

$$\Phi = 39,2 - 0,431$$

$$\Phi = 38,77 \text{ mm} \quad \dots \text{Oke}$$

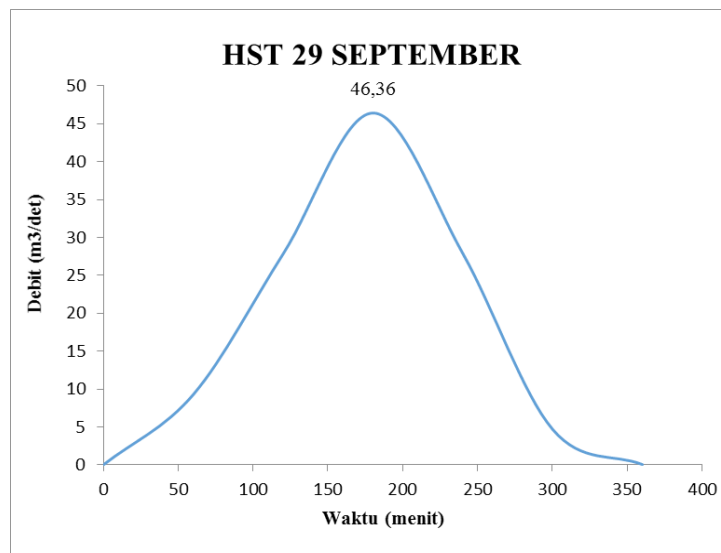
Hujan Efektif = 0,431 mm

4.3.4. Pembuatan Hidrograf satuan terukur

Tabel 5. Hidrograf Satuan Terukur (HST)

Waktu (menit)	HLL (m ³ /det)	$U_{0,431}$	HST (m ³ /det)
0	0	0	0
60	4	4	9,27
120	12	12	27,82
180	20	20	46,36
240	12	12	27,82
300	2	2	4,64
360	0	0	0

Berdasarkan Tabel perhitungan di atas dapat dibentuk grafik hidrograf satuan terukur (Gambar 2).



Gambar 2. HST Sungai Way Besai Tanggal 29 September 2012.

Dari analisis di atas, didapatkan bahwa untuk data pada tanggal 29 September 2012 Phi indeks yang didapat tidak valid, karena phi indeks yang didapat sebesar 38,77 mm lebih besar dibandingkan dengan intensitas hujan kala ulang 2 tahun yang didapat sebesar 19,08 mm. Phi indeks lebih besar dibanding intensitas mengakibatkan tidak terjadinya limpasan langsung pada DAS tersebut. Hal ini disebabkan nilai debit yang terlalu kecil sebagai akibat dari adanya sistem waduk. Data yang didapat dari sistem operasional waduk tidak bisa digunakan untuk membuat Hidrograf Satuan Terukur, karena disamping adanya debit yang lewat *tail race* juga disertai kenaikan muka air pada bendungan (Δs).

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode regionalisasi dapat dipakai untuk memperkirakan debit Way Semaka dan Batang Ireng, karena keterbatasan data hidrologi dan hidrolika pada kedua DAS

tersebut. Hal ini dibuktikan dengan besarnya debit yang dihitung dengan metode regionalisasi tidak jauh berbeda dengan besarnya debit terukur di lapangan. Dengan Metode regionalisasi diperoleh $Q_{80\%}$ Way Semaka $21,75 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dan $Q_{80\%}$ Batang Ireng $0,063 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

2. Perhitungan debit dengan metode Rasional tidak dapat dipakai karena nilainya debit yang dihasilkan terlalu besar, dan jauh berbeda dengan debit terukur di lapangan. Demikian juga perhitungan debit dengan metode Hidrograf Satuan Terukur (HST), dimana phi indeks yang didapat lebih besar dibandingkan dengan intensitas hujan, sehingga metode ini tidak dapat dipakai. Metode perhitungan debit yang dapat dipakai adalah Metode FDC (*Flow Duration Curve*), karena hasil perhitungan debit dengan menggunakan metode ini nilainya mendekati debit terukur di lapangan. $Q_{80\%}$ dengan Metode FDC (*Flow Duration Curve*) untuk Sungai Way Semaka sebesar $15,34 \text{ (m}^3/\text{detik)}$, sedangkan debit terukur sebesar $21,75 \text{ (m}^3/\text{detik)}$. Untuk Sungai Batang Ireng besarnya $Q_{80\%}$ dengan Metode FDC (*Flow Duration Curve*) sebesar $0,069 \text{ (m}^3/\text{detik)}$, dan debit terukur sebesar $0,063 \text{ (m}^3/\text{detik)}$.
3. Dari hasil perhitungan daya listrik pada Sungai Batang Ireng, didapatkan daya listrik dengan efisiensi 60% sebesar 3,246 kW, sedangkan daya listrik dengan efisiensi 80% sebesar 4,328 kW. Oleh karena itu Sungai Batang Ireng berpotensi untuk dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

5.2. SARAN

1. Perlu peningkatan kualitas jaringan hidrometri untuk menambah kelengkapan data-data yang dibutuhkan untuk analisis.
2. Perlu peningkatan kualitas survey dalam skala ruang dan waktu, untuk memperkecil kemungkinan kesalahan (*error*) dalam melakukan analisis data.
3. Melihat potensi PLTMH di Kecamatan Suoh sangat bagus dan rendahnya rasio elektrifikasi eksisting, maka perlu dikembangkan PLTMH di Pekon lain pada kecamatan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, Ven Te, David R. Maidment, Larry W. Mays, 1988, *Applied Hydrology*, McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering, Tata McGraw-Hill Education, 572 halaman.
- Harto, Sri, 2000, *Analisis Hidrologi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Seyhan, Ersin, 1990, *Dasar-dasar Hidrologi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta. 388 halaman.
- Sosrodarsono, Suyono, 2006, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wanielista, M. P. 1990, *Hydrology and Water Quality Control*, John Wiley & Son Florida-USA.
- Wellyanto, Sandro, 2009, *Analisis Data Debit dan Penentuan Koefisien Limpasan*, Institut Pertanian Bogor.

